

JP2005504207A

2005-02-10

**Bibliographic Fields**

**Document Identity**

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)特許出願公表番号

特表 2005-504207(P2005-504207A)

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) Domestic Publication of PCT Application (A)

(11) Japan Patent Application Publication (PCT) number

Japan Publication of PCT Application 2005-504207  
(P2005-504207A)

(43)【公開日】

2005-02-10

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

2005-02-10

**Public Availability**

(43)【公開日】

2005-02-10

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

2005-02-10

**International Filing**

(85)【翻訳文提出日】

2003-04-30

(85) [Date of Submission of Translation]

2003-04-30

(86)【国際出願番号】

DE2002002572

(86) [International Application Number]

DE2002002572

(87)【国際公開番号】

WO2003027452

(87) [International Publication Number]

WO 2003027452

(86)(22)【出願日】

2002-07-10

(86)(22) [Application Date]

2002-07-10

(87)【国際公開日】

2003-04-03

(87) [International Publication Date]

2003-04-03

(81)【指定国】

EP (AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR  
GB GR IE IT LU MC NL PT SE SK TR ) JP KR  
PL US

(81) [Designated States]

EP (AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE  
IT LU MC NL PT SE SK TR ) JP KR PL US

**Technical**

(54)【発明の名称】

排ガスを後処理するための装置および方法

(54) [Title of Invention]

**DEVICE AND METHOD IN ORDER  
POST-TREATMENT TO DO EXHAUST GAS**

(51)【国際特許分類第 7 版】

F01N3/02

B01D53/56

B01D53/74

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

F01N3/02

B01D53/56

B01D53/74

JP2005504207A

2005-02-10

B01J19/08

B01J19/08

B01D46/42

B01D46/42

【FI】

[FI]

F01N3/02 321B

F01N3/02 321B

F01N3/02 321E

F01N3/02 321E

B01J19/08 E

B01J19/08 E

B01D53/34 129Z

B01D53/34 129Z

B01D53/34 129C

B01D53/34 129C

【テーマコード(参考)】

[Theme Code (For Reference)]

3G090

3G090

4D002

4D002

4D058

4D058

4G075

4G075

【Fターム(参考)】

[F Term (For Reference)]

3G090AA03

3G090AA03

3G090BA01

3G090BA 01

3G090CB18

3G090CB18

3G090EA01

3G090EA01

4D002AA12

4D002AA12

4D002AC10

4D002AC10

4D002BA05

4D002BA 05

4D002BA07

4D002BA 07

4D002BA09

4D002BA 09

4D002BA14

4D002BA 14

4D002CA01

4D002CA01

4D002DA51

4D002DA51

4D002DA70

4D002DA70

4D002EA02

4D002EA02

4D002EA05

4D002EA05

4D002HA02

4D002HA02

4D058JA32

4D058JA32

4D058JB06

4D058JB06

4D058MA44

4D058MA44

4D058SA08

4D058SA08

4G075AA03

4G075AA03

**JP2005504207A**

**2005-02-10**

4G075AA37

4G075AA37

4G075AA62

4G075AA62

4G075AA63

4G075AA63

4G075BA06

4G075BA 06

4G075BD14

4G075BD14

4G075CA15

4G075CA15

4G075CA33

4G075CA33

4G075CA47

4G075CA47

4G075CA51

4G075CA51

**【全頁数】**

**[Number of Pages in Document]**

18

18

**Filing**

**【審査請求】**

**[Request for Examination]**

未請求

Unrequested

**【予備審査請求】**

**[Provisional Request for Examination]**

未請求

Unrequested

**(21)【出願番号】**

**(21) [Application Number]**

特願 2003-530990(P2003-530990)

Japan Patent Application 2003-530990 (P2003-530990)

**(22)【出願日】**

**(22) [Application Date]**

2002-07-10

2002-07-10

**Foreign Priority**

**(31)【優先権主張番号】**

**(31) [Priority Application Number]**

101 42 800.6

101 42 800.6

**(32)【優先日】**

**(32) [Priority Date]**

2001-08-31

2001-08-31

**(33)【優先権主張国】**

**(33) [Priority Country]**

DE

DE

**Parties**

**Applicants**

**(71)【出願人】**

**(71) [Applicant]**

**【識別番号】**

**[Identification Number]**

390023711

390023711

**【氏名又は名称】**

**[Name]**

ローベルトボツシュゲゼルシャフトミットベシユ  
レンクテルハフツング

**ROBERT BOSCH GESELLSCHAFT MIT  
BESCHRANKTER HAFTUNG**

JP2005504207A

2005-02-10

【住所又は居所】

ドイツ連邦共和国シュツツトガルト(番地なし)

[Address]

Federal Republic of Germany [shiyutsutsutogaruto] (no address )

Inventors

(72)【発明者】

【氏名】

ラインハルト プフェントナー

【住所又は居所】

ドイツ連邦共和国 ビーティツヒハイムービッシン  
ゲン ブーフシュトラーセ 28

(72) [Inventor]

[Name]

Reinhard [pufentonaa]

[Address]

Federal Republic of Germany [biitihhihaimu] - [bisshingen]  
[buufushutoraase] 28

(72)【発明者】

【氏名】

パトリック ハルトヘルツ

【住所又は居所】

ドイツ連邦共和国 ルートヴィッヒスブルク ブラ  
ンデンブルガー シュトラーセ 9

(72) [Inventor]

[Name]

Patrick hull jp7 hertz

[Address]

Federal Republic of Germany [ruutovuihhisuburuku]  
[burandenburugaa] strasse 9

(72)【発明者】

【氏名】

イゴル オルランディニ

【住所又は居所】

ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト ゲッピンガ  
ー シュトラーセ 19

(72) [Inventor]

[Name]

[igoru] [orurandini]

[Address]

Federal Republic of Germany [shiyutsutsutogaruto]  
[geppingaa] strasse 19

Agents

(74)【代理人】

【識別番号】

100061815

【弁理士】

【氏名又は名称】

矢野 敏雄

(74)【代理人】

【識別番号】

100114890

【弁理士】

【氏名又は名称】

アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Identification Number]

100061815

[Patent Attorney]

[Name]

Yano Toshio

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Identification Number]

100114890

[Patent Attorney]

[Name]

[ainzeru] \* [ferikkusu] =Reinhard

(74)【代理人】

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

## 【識別番号】

230100044

## 【氏名又は名称】

ラインハルト・アインゼル

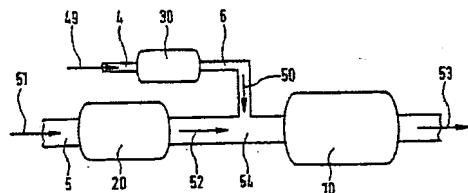
## [Identification Number]

230100044

## [Name]

Reinhard \* [ainzeru]

## Abstract



排出位置で排ガスにオゾンを排出するオゾン反応器を有する、内燃機関の排ガスを後処理するための装置または方法が提案され、排出位置(54)の前方に窒素酸化物および/または炭化水素を少なくとも部分的に酸化する酸化反応器(20)が配置され、その際酸化反応器は内燃機関の運転状態に関係なく、特に開始時および内燃機関のウォームアップ段階で形成される排ガス温度に関係なく活性である。

It possesses ozone reaction vessel which with discharge position discharges the ozone in exhaust gas, apparatus and method in order post-treatment to do exhaust gas of internal combustion engine to be proposed, oxidation reactor (20) which partially oxidation does nitrogen oxide and/or hydrocarbon at least in forward direction of discharge position (54) to be arranged, at that occasion as for oxidation reactor in operating condition of internal combustion engine regardless of, Especially it is a activity regardless of exhaust gas temperature which reaches when starting and is formed with worm gear up step of internal combustion engine.

## Claims

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

排出位置で排ガスにオゾンを排出するオゾン反応器を有する、内燃機関の排ガスを後処理するための装置において、排出位置(54)の前方に窒素酸化物および/または炭化水素を少なくとも部分的に酸化する酸化反応器(20)が配置され、その際酸化反応器は内燃機関の運転状態に関係なく、特に開始時および内燃機関のウォームアップ段階で形成される排ガス温度に関係なく活性であることを特徴とする排ガスを後処理するための装置。

## [Claim(s)]

## [Claim 1]

It possesses ozone reaction vessel which with discharge position discharges the ozone in exhaust gas, oxidation reactor (20) which partially oxidation does nitrogen oxide and/or hydrocarbon at least in forward direction of discharge position (54) in device in order post-treatment to do exhaust gas of internal combustion engine, to be arranged, at that occasion as for the oxidation reactor in operating condition of internal combustion engine regardless of, Especially device in order post-treatment to do exhaust gas which designates that it is a activity regardless of exhaust gas temperature which reaches when starting and is formed with worm gear up step of internal combustion engine as feature

## 【請求項 2】

酸化反応器がプラズマ反応器(20)である請求項1記載の装置。

## [Claim 2]

device, which is stated in Claim 1 where oxidation reactor is plasma reaction vessel (20)

## 【請求項 3】

プラズマ反応器が非熱的プラズマを発生する反応器である請求項2記載の装置。

## [Claim 3]

device, which is stated in Claim 2 which is a reactor where the plasma reaction vessel generates non-thermal plasma

## 【請求項 4】

非熱的プラズマが電氣的放電および／またはUVランプにより形成される請求項3記載の装置。

## 【請求項 5】

電氣的放電が無声放電である請求項4記載の装置。

## 【請求項 6】

無声放電が誘電的に阻止された電氣的放電である請求項5記載の装置。

## 【請求項 7】

オゾン反応器(30)が他のプラズマ反応器により形成される請求項1から6までのいずれか1項記載の装置。

## 【請求項 8】

他のプラズマ反応器が非熱的プラズマを発生する反応器である請求項7記載の装置。

## 【請求項 9】

排ガスの流動方向に、排出位置の後方に排ガス浄化装置が配置されている請求項1から8までのいずれか1項記載の装置。

## 【請求項 10】

排ガス浄化装置がパーティクルフィルター(10)である請求項8記載の装置。

## 【請求項 11】

パーティクルフィルターが触媒により被覆されている請求項10記載の装置。

## 【請求項 12】

浄化すべき排ガスにオゾンを添加することにより、内燃機関の排ガスを後処理する方法において、オゾンを添加する前に、排ガスに含まれる窒素酸化物および／または燃焼されない炭化水素を、エンジンの下流側で少なくとも部分的に酸化し、その際酸化を、内燃機関の運転状態に関係なく、特に開始時にまたは内燃機関のウォームアップ段階で形成される排ガス温度に関係なく行うことを特徴とする、内燃機関の排ガスを後処理する方法。

## Specification

## 【発明の詳細な説明】

## [Claim 4]

Non- thermal plasma device . which is stated in Claim 3 which is formed by electrical discharge and/or UV lamp

## [Claim 5]

device . which is stated in Claim 4 where electrical discharge is the mute electric discharge

## [Claim 6]

device . which is stated in Claim 5 which is a electrical dischargewhere mute electric discharge is obstructed dielectric

## [Claim 7]

ozone reaction vessel (30) device . which is stated in any one claim to the Claims 1 through 6 which is formed by other plasma reaction vessel

## [Claim 8]

device . which is stated in Claim 7 which is a reactor where theother plasma reaction vessel generates non- thermal plasma

## [Claim 9]

In flow direction of exhaust gas , device . which is stated in any one claim to Claims 1 through 8 where exhaust gas cleaning device is arranged in posterior of discharge position

## [Claim 10]

device . which is stated in Claim 8 where exhaust gas cleaning device is particle filter (10)

## [Claim 11]

particle filter with catalyst sheath device . which is stated in the Claim 10 which is done

## [Claim 12]

Regarding to method which exhaust gas of internal combustion engine post-treatment is done by adding ozone to exhaust gas which it should purify, before adding ozone , nitrogen oxide and/or which is included in exhaust gas partially oxidation to do hydrocarbon which does not burn, at least with downstream side of engine ,at that occasion oxidation , in operating condition of internal combustion engine regardless of, Especially when starting or it designates that it does regardless of exhaust gas temperature which is formed with worm gear up step of internal combustion engine as feature, the method . which exhaust gas of internal combustion engine post-treatment is done

## [Description of the Invention]

## 【0001】

技術の水準本発明は、請求項1および12の上位概念に記載の内燃機関の排ガスを後処理するための装置および方法に関する。

オゾン反応器から製造されるオゾンを内燃機関の排ガス管に導入する、排ガスを後処理する装置は、ドイツ特許第19904068号明細書からすでに公知であるが、この場合にパーティクルフィルターの前方に接続される酸化触媒が低い温度で、特に250°Cの排ガス温度より低い温度で、窒素酸化物を酸化せず、従ってオゾン反応器から供給されるオゾンが窒素酸化物と反応せず、パーティクルフィルター中の酸化剤としての作用を発揮できないので、低い温度でディーゼル煤の燃焼が保証されない。

## 【0002】

発明の利点これに対して本発明による装置および本発明による方法は、低い排ガス温度、特に250°Cより低い排ガス温度、従って冷たい開始条件においても煤の燃焼が保証されるという利点を有する。

更に窒素酸化物を酸化するためのまたはオゾンを供給するための2つの分離した通路の供給がエネルギーに有利な処理方法を保証する、それというのも窒素酸化物を酸化するために、オゾン発生に必要であるより少ないエネルギー量で十分であり、それぞれの通路の分離によりエネルギー的に最適にできるからである。

## 【0003】

排ガス浄化装置としてパーティクルフィルターが後方に接続されていることが特に有利であり、エンジンのすべての運転状態でのオゾン反応器とプラズマ反応器の本発明の組み合わせによりパーティクルフィルターの再生が保証される。

## 【0004】

従属請求項および発明の詳細な説明に記載される他の特徴により他の利点が得られる。

## 【0005】

図面本発明の実施例は図面に示され、以下の説明により説明する。

図1は窒素酸化物を酸化するためのまたはオゾンを発生するための2つの分離した通路を使用して排ガスを後処理するための装置または方法

## 【0001】

level this invention of technology regards device and method in order the post-treatment to do exhaust gas of internal combustion engine which is stated in overriding concept of the Claim 1 and 12.

ozone which is produced from ozone reaction vessel is introduced into exhaust gas pipe of internal combustion engine, device which exhaust gas post-treatment is done is public knowledge already from German Patent No. 19904068 specification, but in case of this with the temperature where oxidation catalyst which is connected to forward direction of particle filter is low, especially 250 ° with temperature which is lower than exhaust gas temperature, nitrogen oxide oxidation it does not do, Therefore ozone which is supplied from ozone reaction vessel does not react with nitrogen oxide, because action as oxidant in particle filter cannot be shown, combustion of diesel soot is not guaranteed with low temperature.

## 【0002】

With this invention method low exhaust gas temperature, especially 250 ° in starting condition which a lower exhaust gas temperature, therefore is cool has benefit that with the device and this invention vis-a-vis benefit this of invention combustion of soot is guaranteed.

Because furthermore in order oxidation to do nitrogen oxide or in order to supply ozone 2 supply of duct which is separated guarantees beneficial treatment method in energy, to call that, rather than also energetically optimum with separation of respective duct in order oxidation nitrogen oxide too, being necessary for ozone generation with little amount of energy with the fully, it can make.

## 【0003】

Especially being profitable for particle filter to be connected to posterior as exhaust gas cleaning device with all operating condition of engine regeneration of particle filter is guaranteed by combination of this invention of ozone reaction vessel and the plasma reaction vessel.

## 【0004】

Other benefit is acquired by other feature which is stated in subordination Claim and Detailed Description of Invention.

## 【0005】

Working Example of drawing this invention is shown in drawing, explains with the explanation below.

Figure 1 in order oxidation to do nitrogen oxide or in order to generate ozone 2 using duct which is separated, shows apparatus and method in order post-treatment to do exhaust

を示す。

【0006】

実施例の説明図1にオゾン反応器30が示され、該反応器は入口側で空気49を供給する空気供給導管4と結合し、出口側でオゾンが富化された空気50を排ガス導管5に供給するオゾン導管6と排出位置54で結合している。

排ガス導管5は図示されていない内燃機関、特にディーゼル内燃機関と、排ガス51の搬出のために結合可能である。

排出位置54の前方に、排ガス導管5内に、プラズマ反応器20が配置されている。

プラズマ反応器内20で浄化された排ガス52は排出位置54でオゾンが富化された空気50と混合し、パーティクルフィルターとして形成される排ガス後処理装置10を貫流する。

排ガス後処理装置の後方で、浄化された排ガス53が装置を離れる。

オゾン反応器30およびプラズマ反応器20は非熱的プラズマ、すなわちかなり冷たいイオンおよび熱い自由電子、すなわち速い速度を有する電子を有するガスを発生する反応器であり、特に酸素ラジカルが形成され、酸素分子および一酸化窒素がオゾンまたは二酸化窒素に酸化される。

この場合にプラズマは自体公知方法で2つの電極の間に無声放電(コロナ放電または誘電的に阻止された放電)により形成され、電極を処理すべきガスが貫流し、電極の間に電気的高圧交流電界が印加される。

その際少なくとも1個の電極は誘電体を被覆しおよび／または電極形状を、連続し、持続する火花放電を阻止する電界の不均一性が生じるように選択し、重い粒子、イオンが加熱されず、電子を加速する所望の無声放電が生じる。

【0007】

オゾンの低い熱安定性により、この反応性物質は、温度が内燃機関を有する車両の外部温度にほぼ相当する分離した副次的空気通路(4, 30, 6)内で空気酸素の酸化により形成される。

ディーゼル排ガス51に含まれる酸化窒素および炭化水素の酸化によるオゾンの損失を回避するために、プラズマ反応器20が内燃機関と

gas .

【0006】

ozone reaction vessel 30 is shown in explanatory diagram 1 of Working Example , it connects the said reactor with air supply conduit 4 which supplies air 49 with inlet side , with the outlet side ozone has connected with ozone conduit 6 and discharge position 54 which supply air 50 which enrichment is done to exhaust gas conduit 5.

exhaust gas conduit 5 is bondable internal combustion engine , especially diesel internal combustion engine and in order of carrying out exhaust gas 51 not to be illustrated.

In forward direction of discharge position 54, inside exhaust gas conduit 5, plasma reaction vessel 20 is arranged.

Inside 20 plasma reaction vessel ozone mixes exhaust gas 52 which is purified with air 50 which enrichment is done with discharge position 54, exhaust gas postprocessing equipment 10 which is formed as particle filter percolates.

exhaust gas 53 which with posterior of exhaust gas postprocessing equipment , is purified leaves the device .

ozone reaction vessel 30 and plasma reaction vessel 20 is formed non- thermal plasma , namely quite cool ion and hot free electron , namely with reactor which generates gas which possesses electron which possesses fast rate , especially oxygen radical , oxygen molecule and nitrogen monoxide oxidation are done in ozone or nitrogen dioxide .

In case of this plasma is formed between 2 electrode with the itself publicly known method by mute electric discharge (corona discharge or discharge which is obstructed dielectric ) , gas to be treated electrical high voltage alternating current electric field imparting is done electrode between Tooru sink , electrode .

At that occasion dielectric sheath it does electrode of at least one and and / or continues electrode shape , as inhomogeneity of electric field which obstructs spark discharge which persistent is done occurs, it selects, the heavy particle , ion is not heated, desired mute electric discharge which accelerates causes the electron .

【0007】

By heat stability where ozone is low, this reactive substance almost is suitable to outside temperature of vehicle where temperature has internal combustion engine is formed inside secondary air duct (4, 30 and 6) which is separated by oxidation of air oxygen .

In order to evade loss of ozone with oxidation of nitrogen oxide and hydrocarbon which are included in diesel exhaust gas 51, plasma reaction vessel 20 is provided between internal



排出位置54の間に設けられている。

プラズマ反応器は排ガスに含まれる炭化水素を少なくとも部分的に酸化し、同様に一酸化窒素を二酸化窒素に酸化する。

オゾン反応器30およびプラズマ反応器20でのこの酸化工程は、約50ナノ秒の時間で電極の間の個々の糸状領域に沿って延びる無声放電により引き起こされる。

その際酸化工程を付加的に保護するUV光線も形成される。

プラズマ反応器に供給すべき電気的エネルギーはオゾン反応器30に必要なエネルギーより少なく、特にプラズマ反応器20においては、単位時間当たり生じる一酸化窒素を酸化するために、少ない電界振幅および電圧振幅で十分である。

オゾン添加の前に酸化窒素を二酸化窒素に変換することにより、発生したオゾンが排ガス通路内でディーゼルパーティクルフィルターまで完全に維持される。

これによりディーゼルパーティクルフィルター内の煤がオゾンを使用して特に連続的運転で二酸化炭素に酸化する。

[0008]

選択的な実施態様においては、オゾン反応器および／またはプラズマ反応器が電極の両方に誘電体が被覆された(片面の誘電的に阻止される電気的放電の代わりに両面に)電極配置を有することができる。

選択的に無声放電を達成するための電気的放電の阻止は、電界の不均一性を引き起こし、連続する火花放電を回避する、適当な電極形状により達成することができる。

これは、例えば1つの電極が棒として同心円状にガスが貫流するシリンダー内に配置され、シリンダーが第2電極を形成する、シリンダー状の電極配置を保証する。

選択的にキロヘルツ範囲の交流電圧の代わりにパルスした直流電圧を印加することができる。

しかしこの場合にパルスポーズ比を、その最小値が排ガスの流動速度により決定され、その最大値が、使用される誘電体上に存在する電子が再び均一に分配されるために必要な時間により決定されるように設定しなければならない。

combustion engine and discharge position 54.

plasma reaction vessel partially oxidation does hydrocarbon which is included in the exhaust gas at least, oxidation does nitrogen monoxide in same way in nitrogen dioxide .

ozone reaction vessel this oxidation step with of 30 and plasma reaction vessel 20 is caused atime of approximately 50 nano second by mute electric discharge which extends alongside individual strand region between electrode .

At that occasion also UV light line which protects oxidation step in the additional is formed.

electrical energy which it should supply to plasma reaction vessel is less than the energy which is necessary for ozone reaction vessel 30, per unit time in order the oxidation to do nitrogen monoxide which it occurs, it is a fully with little electric field vibration amplitude and voltage vibration amplitude regarding especially plasma reaction vessel 20.

ozone which occurs by converting nitrogen oxide to nitrogen dioxide before the ozone-added , inside exhaust gas duct , it is maintained completely to diesel particle filter .

Because of this soot inside diesel particle filter using ozone , withespecially continuous driving oxidation it does in carbon dioxide .

[0008]

selective embodiment , ozone reaction vessel and/or plasma reaction vessel to both of electrode the dielectric can possess (In place of electrical discharge where one surface is obstructed dielectric in both surfaces ) electrode arrangement which sheath is done.

Obstruction of electrical discharge in order to achieve selectively mute electric discharge causes inhomogeneity of electric field , evades spark discharge which is continued, it can achieve with suitable electrode shape .

This electrode of for example one is arranged inside cylinder where the gas percolates to concentric as rod , cylinder forms second electrode , electrode arrangement of cylinder is guaranteed.

direct current voltage which pulse is done imparting is possible in place of alternating current voltage of selectively kilohertz range.

But in case of this minimum value it must be decided pulse - [poozu ] ratio, by flow rate of exhaust gas and in order maximum value , to be decided because electron which exists on dielectric which is used is distributed again in uniform by required time , it must set.

他の選択的な実施態様においてはオゾン反応器および／またはプラズマ反応器として、酸化工程を励起する基本的な部材としてUVランプを有する装置が設けられていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

窒素酸化物を酸化するためのまたはオゾンが発生するための2つの分離した通路を使用して排ガスを後処理するための装置または方法を示す図である。

【符号の説明】

6  
オゾン導管  
54  
排出位置  
52  
排ガス  
51  
排ガス  
50  
オゾン富化された空気  
5  
排ガス導管  
49  
空気  
4  
空気供給導管  
30  
オゾン反応器  
20  
プラズマ反応器  
10  
排ガス後処理装置

Drawings

Regarding other selective embodiment device which possesses UV lamp is done oxidation step as fundamental member which as ozone reaction vessel and/or plasma reaction vessel, excitation may be provided.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

In order oxidation to do nitrogen oxide or in order to generate ozone 2 using duct which is separated, it is a figure which shows the apparatus and method in order post-treatment to do exhaust gas .

[Explanation of Symbols in Drawings]

6  
ozone conduit  
54  
discharge position  
52  
exhaust gas  
51  
exhaust gas  
50  
ozone enrichment air which is done  
5  
exhaust gas conduit  
49  
air  
4  
air supply conduit  
30  
ozone reaction vessel  
20  
plasma reaction vessel  
10  
exhaust gas postprocessing equipment